بررسی اثر زمان و مقدار محلول‌پاشی اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم (*Triticum aestivum L.*) در شرایط تنش گرمای پایان فصل

سمیه اسکندری[۱]، عادل مدحج[۲*]، مجتبی علوی‌فاضل[۳]، شهرام لک[۴] و مانی مجدم[۵]

۱، ۳، ۴ و ۵) گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
۲) گروه زراعت، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران.
نویسنده مسئول[*]: adelmodhej2006@yahoo.com

این مقاله برگرفته از رساله دکتری می‌باشد.

تاریخ دریافت:۱۳۹۹/۰۷/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۲۷

چکیده

به‌منظور بررسی اثر زمان و مقدار محلول‌پاشی هیومیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در تاریخ کاشت مطلوب و دیرهنگام، این آزمایش در سال‌های زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در شهرستان اهواز واقع در جنوب غربی ایران اجرا شد. کرت اصلی شامل دو تاریخ کاشت توصیه شده نیمه آذرماه و دیرهنگام نیمه بهمن ماه به منظور مصادف شدن مراحل پس از گرده‌افشانی با تنش گرمای پایان فصل بود. عامل مقدار اسید هیومیک شامل محلول‌پاشی اسید هیومیک به مقدار یک، دو و سه لیتر در هکتار به همراه شاهد (آب‌پاشی) و زمان مصرف اسید هیومیک شامل مصرف در مرحله پنجه‌زنی، ساقه‌رفتن، ظهور برگ پرچم و گرده‌افشانی در گندم، به‌صورت فاکتوریل به‌عنوان عوامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد، تنش گرمای پایان فصل باعث کاهش معنی‌دار عملکرد و اجزای عملکرد دانه شد. میانگین عملکرد دانه در شرایط تنش نسبت به تاریخ کاشت بهینه در حدود ۲۸ درصد کاهش یافت. اثر مقادیر مختلف مصرف اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه معنی‌دار بود. بیش‌ترین عملکرد دانه (۴۹۸/۸ گرم در متر مربع) و تعداد دانه در سنبله (۳۴/۴) از تاریخ کاشت مطلوب و کاربرد سه لیتر در هکتار اسید هیومیک در مرحله ساقه‌دهی به‌دست آمد. در تاریخ کاشت دیر هنگام، مصرف سه لیتر اسید هیومیک در مراحل ساقه‌رفتن و گرده‌افشانی بیشترین عملکرد دانه را تولید نمود که نسبت به تیمار شاهد (بدون هیومیک) در حدود ۱۲ درصد افزایش نشان داد. افزایش عملکرد دانه در این تیمار به‌دلیل افزایش تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بود. به‌طور کلی بر اساس نتایج این پژوهش، کاربرد سه لیتر در هکتار هیومیک اسید در مرحله ساقه‌دهی در تاریخ کاشت بهینه و دیر هنگام نظر به سهولت مصرف در مزرعه جهت کاهش اثر خسارت ناشی از تنش گرمای پایان فصل توصیه شد.

واژه‌های کلیدی: اسید هیومیک، تاریخ کاشت، عملکرد بیولوژیکی و گندم.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

مقدمه

گندم[1] به‌عنوان یکی از مهم‌ترین گیاهان تیره غلات، سهم عمده‌ای در تغذیه انسان‌ها و هم‌چنین تأمین علوفه برای حیوانات را به خود اختصاص داده است (Radwan *et al*., 2015). درکشور ایران سالانه حدود ۶/۵ میلیون هکتار به زیر کشت گندم می‌رود که حدود ۱۰ درصد از این سطح زیر کشت در مناطق جنوبی از جمله خوزستان با تنش گرمای آخر فصل در طی مرحله گلدهی و دوره پر شدن دانه مواجه گردیده و با کاهش ۵ تا۴۰ درصدی عملکرد مواجه می‌شود (برجیان‌بروجنی و همکاران، ۱۳۹۹). در این مناطق به‌دلیل وجود شرایط آب و هوایی از قبیل درجه حرارت مناسب و نور مطلوب در فصل پاییز و زمستان، گندم رشد رویشی زیادی کرده و پتانسیل عملکرد بالایی دارا می‌باشد، اما به‌دلیل افزایش ناگهانی درجه حرارت در ماه‌های اسفند و فروردین، از مرحله گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیک، با تنش گرمای آخر فصل رشد مواجه شده و عملکرد دانه کاهش می‌یابد (Moshatati *et al*., 2010). در این شرایط، تنش گرمای پایان فصل ممکن است از طریق کاهش طول دوره پر شدن دانه باعث کاهش وزن و عملکرد دانه شود (Modhej *et al*., 2008). Hutsch و همکاران (۲۰۱۹) با بررسی عملکرد دانه گندم در شرایط تنش گرما بیان داشتند که تنش مراحل رشد و نمو گیاهان را کاهش داده و باعث کاهش معنی‌دار زیست توده گیاه بین ۱۹ تا ۴۱ درصد شد. در این پژوهش، تنش گرما در مرحله پرشدن دانه و رسیدگی، سبب کاهش ۷۷ درصد عملکرد دانه گندم و شاخص برداشت شد. در پژوهشی دیگر گزارش شده است که تنش گرمای پایان فصل در مراحل گلدهی، گرده‌افشانی و پر شدن دانه موجب کاهش هر دو مولفه تعداد و وزن دانه شده و عملکرد دانه را به طور معنی‌دار کاهش داد (Modhej *et al*., 2008). Schittenhelm و همکاران (۲۰۲۰) نیز با بررسی دو هفته تنش گرما در طول پرشدن دانه گندم گزارش کردند که تنش گرما سبب کاهش ۵۷/۳ درصدی عملکرد دانه در مقایسه با تیمار شاهد بود. در راستای تحقق تولید غذای سالم و همگام با تلاش در جهت رسیدن به اهداف کشاورزی پایدار، بهینه‌سازی مصرف کودها و به‌ویژه توجه به مصرف کودهای آلی و از جمله هیومیک اسید برای بهبود کیفیت محصول و به‌منظور متعادل نمودن میزان مصرف کودهای شیمیایی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار شده است (Mahmoodi Zoeek *et al*., 2015). هیومیک‌اسید یک ترکیب پلیمری طبیعی آلی است که در نتیجه پوسیدگی مواد آلی خاک، پیت، لیگنین و غیره به‌وجود می‌آید که می‌تواند جهت افزایش محصول و کیفیت آن به‌کارگرفته شود (Antoun *et al*., 2010). از مزایای مهم کاربرد هیومیک اسید می‌توان به قابلیت کلات‌کنندگی عناصر غذایی مختلف مانند پتاسیم، منیزیم، روی، کلسیم، آهن و سایر عناصر در جهت غلبه بر کمبود عناصر غذایی اشاره کرد. هم‌چنین هیومیک اسید از طریق اصلاح فیزیکی و بهبود دانه‌بندی خاک، فضای بیشتری برای نفوذ آب ایجاد می‌کند. به علاوه، مولکول‌های هیومیک اسید با مولکول‌های آب پیوندی تشکیل می‌دهند که تا حدود زیادی مانع تبخیر آب می‌شود (Saruhan *et al*., 2011).

[1]- Triticum aestivum L.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

هم‌چنین زمان محلول‌پاشی اسید هیومیک نیز از اهمیت ویژه‌ای در میزان اثرگذاری این کود آلی در تولید گندم دارد (سدیدی و همکاران، ۱۳۹۵). Abdalla Mohammed و همکاران (۲۰۱۹) با مطالعه اثر اسید هیومیک بر گندم اظهار داشتند که برهم‌کنش آبیاری و مصرف اسید هیومیک سبب افزایش تعداد بوته در مترمربع، تعداد سنبلچه در سنبله، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه شد. Arjumend و همکاران (۲۰۱۵) در گیاه گندم گزارش کردند که اسید هیومیک به‌دلیل در دسترس قرار دادن عناصر غذایی برای گیاه گندم، سبب افزایش عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت شده است. سدیدی و همکاران (۱۳۹۵) با بررسی زمان محلول-پاشی اسید هیومیک با غلظت ۲/۵ در هزار و عدم محلول‌پاشی در شش سطح پنجه‌زنی، ساقه رفتن، سنبله‌دهی، پنجه‌زنی+ ساقه رفتن، پنجه‌زنی+ خوشه‌دهی و ساقه رفتن+ سنبله‌دهی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم رقم چمران گزارش دادند که محلول‌پاشی اسید هیومیک در مرحله ساقه رفتن باعث افزایش تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت گندم گردید. این آزمایش با هدف بررسی اثر مقادیر و زمان مصرف اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم در تاریخ کاشت مطلوب و دیرهنگام با تنش گرمای پایان فصل به مرحله اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷در شهر اهواز واقع در جنوب غربی ایران، با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و ارتفاع ۲۲/۵ متر از سطح دریا اجرا شد. این آزمایش به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجراشد.کرت اصلی شامل دو تاریخ کاشت توصیه شده نیمه آذرماه و دیرهنگام نیمه بهمن ماه به منظور مصادف شدن مراحل پس از گرده‌افشانی با تنش گرمای پایان فصل بود. مقادیر اسیدهیومیک شامل: محلول‌پاشی با آب (شاهد)، یک لیتر در هکتار (محلول‌پاشی با غلظت ۱۰ در هزار) پنج سی‌سی، دو لیتر در هکتار(محلول‌پاشی با غلظت ۱۰ در هزار) ۱۰ سی‌سی و سه لیتر در هکتار (محلول‌پاشی با غلظت ۱۵ در هزار) ۱۵ سی‌سی، زمان مصرف اسید هیومیک شامل پنجه‌زنی، ساقه رفتن، ظهور برگ پرچم و گرده‌افشانی به‌صورت فاکتوریل به‌عنوان عوامل فرعی بودند. قبل از اجرای آزمایش از خاک مزرعه در عمق ۳۰-۰ سانتی-متر نمونه‌برداری شد و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: مشخصات شیمیایی و فیزیکی خاک زمین آزمایش

سال	عمق خاک (سانتی‌متر)	بافت خاک	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	کربن آلی (درصد)	نیتروژن (درصد)	پتاسیم میلی‌گرم بر کیلوگرم	فسفر میلی‌گرم بر کیلوگرم
۱۳۹۶	۳۰-۰	رسی لومی	۷/۶	۴/۳	۰/۸۶	۰/۰۴	۱۶۸	۹/۳۵
۱۳۹۷	۳۰-۰	رسی لومی	۷/۳۱	۳/۹۱	۰/۹۳	۰/۰۳	۱۷۷	۹/۵۱

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

عملیات تهیه زمین شامل شخم، ماخار، دو دیسک عمود بر هم و ماله در اواخر مهرماه هر سال بود. آزمایش از ۹۶ کرت تشکیل شد. هر تکرار شامل۳۲ کرت با ابعاد چهار در یک و نیم‌متر بود. فاصله بین دو کرت اصلی دو متر و فاصله ردیف‌های کشت در هر کرت ۰/۲ متر در نظر گرفته شد. برای تأمین عناصر غذایی موردنیاز، نیتروژن از منبع کود اوره (۴۶ درصد) به میزان ۱۵۰ کیلوگرم خالص در هکتار و فسفر از منبع سوپرفسفات‌تریپل به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتارمصرف شد. یک دوم کود نیتروژن و تمام کود فسفر به‌صورت پایه بعد از دیسک اول در مزرعه توزیع و با استفاده از دیسک دوم با خاک مخلوط گردیدند. بقیه کود نیتروژن در هر تیمار کودی در مرحله ساقه رفتن (یک دوم) به‌صورت سرک مصرف شد. عملیات کاشت بذر در نیمه آذر و بهمن ماه ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ صورت گرفت. تراکم کاشت بر اساس توصیه‌های تحقیقاتی ۴۰۰ بوته در متر مربع و عمق کاشت در حدود سه سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در هر دو تاریخ کشت در چهار مرحله رشدی گندم (پنجه‌زنی، ساقه‌رفتن، ظهور برگ پرچم و گرده‌افشانی) محلول‌پاشی اسیدهیومیک در مقادیر قید شده برای سه کرت با یک و نیم لیتر آب مخلوط و در مزرعه اعمال شد. در طول دوره رشد محصول، علف‌های هرزی از خانواده گرامینه شروع به رشد کردند که در این مدت به صورت دستی کنترل شدند. در پایان، بوته‌های در مساحت یک مترمربع هرکرت از خطوط (سه، چهار وپنج) پس از حذف حاشیه‌ها برداشت و صفات زیر اندازه‌گیری شد.جهت تعیین عملکرد بیولوژیکی از هر کرت مساحتی معادل یک متر مربع (سه، چهار و پنج) برداشت و بخشی حدود ۵۰۰ گرم جدا کرده و پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه در آون تهویه‌دار با درجه حرارت ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند و بعد از خشک شدن، وزن آن‌ها براساس رطوبت ۱۲ درصد انجام شد. هم‌چنین شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک، به‌صورت درصد، محاسبه گردید (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۷).

برای تعیین تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد کل سنبله‌های برداشت شده در سطح یک مترمربع را مورد شمارش قرار داده و به‌عنوان تعداد سنبله در مترمربع در نظر گرفته شد (مدحج و همکاران، ۱۳۹۰). برای تعیین تعداد سنبلچه در سنبله ابتدا سنبله‌های دو خط نیم‌متری از خطوط چهار و پنج در نظر گرفته شد و تعداد سنبلچه‌ها را از پایین تا بالا شمارش کرده و میانگین آن‌ها به‌عنوان تعداد سنبلچه در سنبله محاسبه شد (پروازی‌شندی و همکاران، ۱۳۹۲). برای به‌دست آوردن تعداد دانه در سنبله، سنبله‌های دو خط نیم‌متری (از خطوط چهار و پنج) پس از شمارش سنبلچه‌ها و جدا کردن و شمارش دانه‌ها، تعداد دانه در سنبله محاسبه گردید (مدحج و همکاران، ۱۳۹۰). برای محاسبه وزن هزاردانه پس از توزین دو مجموعه ۵۰۰تایی با محاسبه ساده به‌دست آمد. در صورتی که اختلاف دو نمونه کمتر از شش درصد باشد مجموع به‌صورت وزن هزار دانه محاسبه شد (لطفی آقا و همکاران، ۱۳۹۰). به‌منظور تعیین عملکرد دانه، در مرحله رسیدگی و بعد از حذف نیم متر ابتدا و انتها از سه خط میانی از سطحی معادل یک مترمربع برداشت انجام گرفت. پس از خرمن‌کوبی دانه از

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

کاه جدا گردیده و پس از توزین عملکرد دانه بر حسب گرم بر مترمربع محاسبه شد (مدحج و همکاران، ۱۳۹۰).

قبل از انجام تجزیه مرکب نتایج دو سال آزمایش، به‌منظور اطمینان از یکنواختی واریانس اشتباهات آزمایشی از آزمون بارتلت استفاده گردید و با توجه به اینکه اختلاف بین واریانس‌های خطا معنی‌دار نبود، تجزیه واریانس مرکب دو سال آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام و مقایسه میانگین‌ها نیز توسط آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد بیولوژیکی

تجزیه واریانس مرکب داده‌های حاصل از دو سال آزمایش نشان داد که اثر تنش گرما، مقادیر اسید هیومیک و زمان‌های مصرف اسید هیومیک و برهم‌کنش تنش گرمای پایان فصل و زمان مصرف اسید هیومیک بر عملکرد بیولوژیکی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در این تحقیق کاربرد سه لیتر در هکتار اسید هیومیک اثر مثبت و ۱۰ درصدی بر افزایش عملکرد بیولوژیکی نسبت به تیمار آب‌پاشی (شاهد) داشت (جدول ۳). گزارش شده است که اسید هیومیک از طریق افزایش محتوای نیتروژن برگ‌ها و حفظ ماندگاری برگ‌ها سبب بهبود رشد و افزایش زیست توده تولیدی می‌شود (Ayas and Gulser, 2005). سایر پژوهش‌گران نظیر Dincsoy و Sonmez (۲۰۱۹) و Anwar و همکاران (۲۰۱۶) نیز به نقش مثبت اسید هیومیک در افزایش عملکرد بیولوژیکی اشاره نموده‌اند. در این تحقیق بیش‌ترین عملکرد بیولوژیکی از تیمار تاریخ کاشت مطلوب و زمان مصرف اسیدهیومیک در مرحله ساقه‌دهی حاصل شد که نسبت به تیمار تاریخ کاشت ۱۵ بهمن ماه و محلول‌پاشی اسیدهیومیک در مرحله پنجه‌دهی ۱۳ درصد افزایش نشان داد (شکل ۱). در این پژوهش به نظر می‌رسد محلول‌پاشی اسید هیومیک در مرحله ساقه‌دهی در تاریخ کاشت بدون تنش به‌دلیل این‌که برگ‌های تیمار شده انبوه‌تر و شاداب‌تر و رنگ سبز تیره‌تری داشتند فعالیت فتوسنتزی بالاتری داشتند. Astaraei و Ivani (۲۰۰۸) بیان داشتند گیاهان تیمار شده رشد میان‌گره‌ای بالایی داشتند که در نتیجه وزن خشک برگ، ساقه و وزن خشک گیاه در نهایت افزایش داشت. هم‌چنین در تاریخ کاشت ۱۵ بهمن ماه محلول‌پاشی اسید هیومیک در مرحله گرده‌افشانی به‌علت افزایش دوام سطح برگ و افزایش وزن برگ، سبب افزایش عملکرد بیولوژیکی نسبت به اعمال تیمار در سایر مراحل رشدی در شرایط تنش گرما بود (سبزواری و خزاعی، ۱۳۸۸). نتایج مطالعه برکتی و همکاران (۱۳۹۸) با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. نتایج نشان داد تنش گرما، مقادیر اسید هیومیک و زمان‌های مصرف اسید هیومیک و برهم‌کنش آن‌ها بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۲). برهم‌کنش تنش گرما، مقادیر و زمان مصرف اسید هیومیک بر عملکرد دانه نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه از تیمار تاریخ کاشت بدون تنش و کاربرد سه لیتر در هکتار اسیدهیومیک

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

در مرحله ساقه‌دهی حاصل شد که نسبت به تیمار تاریخ کاشت دیرهنگام و آب‌پاشی (شاهد) در مرحله پنجه‌دهی ۳۰ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد در شرایط تاریخ کاشت مطلوب، کاربرد اسیدهیومیک به میزان سه لیتر در هکتار در مرحله ساقه‌دهی با افزایش جذب عناصر غذایی، خواص شبه هورمونی و اثر مثبت بر غشای سلولی و بهبود نقل و انتقال عناصر غذایی در داخل گیاه، با افزایش تعداد دانه در سنبله می‌تواند باعث افزایش عملکرد گیاه گردد (پروازشندی و همکاران، ۱۳۹۲). هم‌چنین به‌نظر می‌رسد در شرایط کاشت دیرهنگام با کاربرد اسیدهیومیک به میزان سه لیتر در هکتار در مرحله گرده افشانی تا حدودی اثرات منفی تنش گرمای پایان فصل بر عملکرد دانه جبران شد، که دلیل آن افزایش سطح برگ، دوام سطح برگ و در نتیجه طولانی‌تر شدن تجمع ماده خشک گزارش شد (قربانی و همکاران، ۱۳۹۲). بدیهی است زمانی که عناصر غذایی به مقدار کافی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد، به‌دنبال آن فتوسنتز به‌خوبی انجام شده و تجمع مواد پرورده در مقاصد گیاه، به‌میزان کافی صورت خواهد گرفت (محسن‌نیا و جلیلیان، ۱۳۹۱). این نتایج با گزارش‌های Schittenhelm و همکاران (۲۰۲۰) مطابقت داشت.

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که در هر دو سال آزمایش که اثر تیمارهای تنش گرمای پایان فصل، مقادیر اسید هیومیک و زمان مصرف اسید هیومیک بر شاخص برداشت معنی‌دار شد (جدول ۲). بیش‌ترین شاخص برداشت از تاریخ کاشت ۱۵ آذر ماه و کم‌ترین شاخص برداشت مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ بهمن ماه بود (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد در این تحقیق تاریخ کاشت مطلوب (۱۵ آذر ماه) به‌دلیل بیشتر بودن سهم عملکرد اقتصادی از کل تولید نسبت به تاریخ کاشت نامطلوب بالاترین مقدار شاخص برداشت را به‌دست آورده است. به‌عبارت دیگر تاریخ کاشت مناسب توانسته است منابع بیشتری از گندم را به‌عنوان عملکرد اقتصادی در خود جای دهد و علت آن شرایط مناسب نوری، حرارتی و سازگاری گیاه در این تاریخ کاشت می‌باشد. بر طبق گزارش‌های Shirinzadeh و همکاران (۲۰۱۷) عملکرد بیش‌تر در تاریخ کاشت ۱۵ و۳۰ آبان به‌دلیل برتری برخی صفات از جمله وزن هزار دانه، تعداد دانه و شاخص برداشت بود. نتایج حاصله از این آزمایش با نتایج محققانی از جمله Modhej و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد. هم‌چنین در این پژوهش بیشترین شاخص برداشت از تیمار محلول‌پاشی هیومیک اسید در مرحله ساقه‌دهی حاصل شد که نسبت به تیمار محلول‌پاشی در مرحله پنجه‌زنی (شاهد) حدود ۱۳ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد که کاربرد هیومیک اسید در مرحله ساقه-دهی عملکرد دانه را نسبت به عملکرد بیولوژیک بیشتر افزایش داده و این امر باعث افزایش شاخص برداشت شده است.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

جدول ۲: تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه در گندم در دو سال آزمایش

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد دانه	شاخص برداشت	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد سنبلچه در سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه
سال	۱	۵/۱ ns	۹/۴ ns	۱/۱۱ ns	۵/۰۴ ns	۰/۱۱ ns	۲/۸۶ ns	۱/۹۵ ns
سال × تکرار	۴	۱۳/۰۷۱	۲۴/۳	۱/۶	۴۰۱/۳	۱/۰۴	۶/۰۵	۴/۶۶
تنش گرمای پایان فصل	۱	۴۸۲۵۱۴۳ **	۲۴۹۵۱۰۱ **	۹۲۳/۵ **	۳۴۹۱۰۴/۲ **	۱۰۲۴/۵ **	۶۰۵/۷ **	۴۴۱/۸ *
سال × تنش گرمای پایان فصل	۱	۴۳۰/۶ ns	۲۰۹۹/۲ ns	۰/۱۸ ns	۱۸۳/۶ ns	۶/۳۸ ns	۱۵/۴۴ ns	۶/۱۹ ns
اشتباه	۴	۱۰۲۴۷۰/۹	۷۱۳۸/۳	۱۵/۳۱	۴۰۵۵/۱	۱۲/۱۱	۴۱/۳۵	۵۵/۳۱
مقادیر اسیدهیومیک	۳	۲۵۱۰۳۲۹ **	۹۹۰۳۵۸ **	۱۰۵۰/۱۶ **	۲۶۸۳۳۰/۰۲ **	۹۳۴/۴۳ **	۴۸۹/۱ **	۳۹۰/۲۲ **
سال × مقادیر اسیدهیومیک	۳	۹۰۰/۱ ns	۱۱۲۰/۱ ns	۲/۱۳ ns	۳۵۱/۹ ns	۱/۸۹ ns	۹/۰۵ ns	۵/۱۳ ns
تنش گرمای پایان فصل × مقادیر اسیدهیومیک	۳	۳۰۱۵/۲ ns	۱۰۲۴۷۲۰/۲ **	۱/۰۷ ns	۹۹۵۸۴/۳ **	۴/۷۱ ns	۷۵۰/۰۹ **	۵۰۸/۶۴ **
سال × تنش گرما × مقادیر اسیدهیومیک	۳	۱۰۵۲/۳ ns	۴۰۰/۴ ns	۰/۸۴ ns	۴۲۱/۵ ns	۰/۸۸ ns	۵/۰۶ ns	۱۱/۱۷ ns
زمان مصرف اسیدهیومیک	۳	۶۰۱۲۴۵۷ **	۷۳۲۵۰۹ **	۶۲۸/۱ **	۱۸۷۹۲۰/۴ **	۱۳/۷۶ ns	۳۹۳/۱ **	۲۰/۰۱ ns
سال × زمان مصرف اسیدهیومیک	۳	۲۱۷۰/۲ ns	۱۰۶/۵ ns	۰/۸۸ ns	۲۵۱/۶۷ ns	۹/۴۲ ns	۱۱/۰۸ ns	۱۱/۷۷ ns
تنش گرما × زمان مصرف اسیدهیومیک	۳	۲۹۳۶۹۴۰ **	۸۴۲/۲ ns	۳/۰۵ ns	۱۱۴/۹ ns	۱۵/۶۴ ns	۱۵/۳ ns	۲/۴۸ ns
سال × تنش گرما × زمان مصرف اسیدهیومیک	۳	۴۵۶۱/۲ ns	۲۵۱/۷ ns	۱/۰۲ ns	۳۰۷/۲۳ ns	۳/۳۵ ns	۷/۲ ns	۵/۳۷ ns
مقادیر اسیدهیومیک× زمان مصرف اسیدهیومیک	۹	۹۰۱۲/۴ ns	۸۶/۴ ns	۵/۳۶ ns	۹۸/۰۷ ns	۵۵۸/۶۹ **	۱۹/۰۳ ns	۴۲۷/۰۹ **
سال ×مقادیر اسیدهیومیک×زمان مصرف اسیدهیومیک	۹	۱۷۶۱/۹ ns	۳۶۷/۱ ns	۲/۸۴ ns	۲۴۴/۳ ns	۶/۳۱ ns	۳/۸۱ ns	۱۳/۶۴ ns
تنش گرما× اسیدهیومیک× زمان مصرف اسیدهیومیک	۹	۲۰۰۳/۱۱ ns	۱۶۶۵۴۰۳ **	۷/۶۹ ns	۸۸/۶۲ ns	۱۰/۷۲ ns	۳۰۵/۴۲ **	۸/۳۱ ns
سال ×تنش گرما× اسیدهیومیک× زمان مصرف اسیدهیومیک	۹	۹۵۷/۱ ns	۷۰۶/۲ ns	۱/۸۴ ns	۱۵۰/۹ ns	۱/۰۹ ns	۹/۶۶ ns	۱۰/۱۱ ns
اشتباه	۱۲۰	۹۲۰۰/۳۱	۴۸۴۰/۲	۹/۷۸	۲۳۷۰/۸۲	۶/۶	۲۷/۱	۳۵/۲۸
ضریب تغییرات (درصد)	-	۷/۲۱	۱۶/۴۸	۱۰	۱۱/۴۴	۱۵/۵۶	۱۸/۲۶	۱۷/۴۶

ns، ** و *: میانگین مربعات تیمارها به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می‌باشد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

جدول ۳: مقایسه میانگین اثر ساده تنش گرمای پایان فصل، مقادیر و زمان مصرف اسید هیومیک بر صفات مورد مطالعه گندم

تیمار	عملکرد بیولوژیکی (گرم در متر مربع)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	شاخص برداشت (درصد)	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد سنبلچه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)
تاریخ کاشت ۱۵ آذر (شاهد)	۱۴۱۰/۱۱	۴۹۱/۲۷	۳۴/۸۳	۴۴۱/۰۲	۱۹	۳۵/۰۳
تاریخ کاشت ۱۵ بهمن (دیرهنگام)	۱۲۵۰/۲۳	۳۵۳/۰۵	۲۸/۲۳	۴۱۰/۲۹	۱۴	۳۳/۶۷
LSD٪۵	۲۰/۴۸	۱۵/۰۷	۰/۴۵	۴/۸	۰/۶۸	۰/۰۵
مقادیر اسید هیومیک						
عدم مصرف (شاهد)	۱۲۶۹/۱۶	۳۸۰/۰۸	۲۹/۵	۴۰۵/۹	۱۵/۲۲	۳۳/۲۴
۱ لیتر در هکتار	۱۳۱۰/۳۸	۳۹۰/۸۹	۲۹/۸۲	۴۱۰/۸۴	۱۵/۳۱	۳۳/۵۷
۲ لیتر در هکتار	۱۳۴۰/۲۷	۴۳۳/۰۵	۳۲/۳	۴۳۱/۷۷	۱۶/۸۳	۳۴
۳ لیتر در هکتار	۱۴۰۰/۹	۴۸۷/۰۶	۳۴/۷۶	۴۵۵/۰۱	۱۸/۶۵	۳۵/۵
LSD٪۵	۱۳/۶۵	۸/۱۱	۰/۱۳	۲/۵۱	۰/۹۳	۰/۰۶
زمان مصرف اسید هیومیک						
پنجه‌زنی	۱۲۴۱/۲۸	۳۷۱/۰۲	۲۹/۸۸	۳۹۹/۶۷	۱۶/۰۵	۳۳/۶
ساقه‌دهی	۱۴۱۸/۱۱	۴۷۶/۰۹	۳۳/۵۶	۴۵۰/۴۳	۱۶/۹۵	۳۴/۱
ظهور برگ پرچم	۱۳۰۴/۳۱	۳۹۸/۰۴	۳۰/۵۱	۴۱۵/۸۵	۱۶/۲۵	۳۳/۸۴
گرده‌افشانی	۱۳۵۷/۰۱	۴۴۵/۰۳	۳۲/۷۹	۴۳۵/۵۱	۱۶/۸۴	۳۴/۱
LSD٪۵	۱۰/۱۶	۱۲/۲	۰/۰۹	۵/۲۲	۱/۰۵	۰/۰۳

میانگین تیمارهایی که اختلاف‌شان از عددLSD کمتر است اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد ندارند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

از آن‌جایی‌که شاخص برداشت از کسر عملکرد اقتصادی (دانه) بر عملکرد بیولوژیک حاصل می‌گردد، بنابراین با افزایش عملکرد دانه شاخص برداشت نیز افزایش می‌یابد که با نتایج سبزواری و خزاعی (۱۳۸۸) مطابقت داشت. در این رابطه عطارزاده و همکاران (۱۳۹۳) گزارش نمودند که محلول‌پاشی اسید هیومیک در مرحله ساقه‌دهی سبب افزایش شاخص برداشت در گندم شد. آن‌ها دلیل این امر را اثرات مثبت اسید هیومیک بر رشد قسمت هوایی و ریشه گیاه دانستند، که احتمالاً دلیل افزایش عملکرد دانه و افزایش شاخص برداشت می‌باشد. بیشترین شاخص برداشت از تیمار سه لیتر در هکتار اسید هیومیک حاصل شد که نسبت به تیمار محلول‌پاشی با آب (شاهد) حدود ۱۵ درصد افزایش یافت (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد محلول‌پاشی هیومیک اسید با آزادسازی تدریجی عناصر غذایی منجربه افزایش توان تولید آسیمیلات در گیاه شده و از آن‌جا که در مراحل نهایی رشد دانه‌ها اصلی‌ترین مخزن در گیاه هستند افزایش نسبت دانه به مجموع زیست توده دور از انتظار نیست (شهبازی و همکاران، ۱۳۹۴). در همین راستا عطارزاده و همکاران (۱۳۹۱) علت افزایش شاخص برداشت در تیمار مصرف اسید هیومیک را به جذب بهتر عناصر غذایی نسبت دادند، زیرا گیاه با جذب بهتر عناصر غذایی و افزایش شاخص سطح برگ می‌تواند از تشعشع خورشیدی بهتر استفاده نماید و مواد فتوسنتزی بیشتری را به دانه ارسال نماید و در نتیجه نسبت دانه به ماده خشک را افزایش دهد. افزایش شاخص برداشت با کاربرد اسید هیومیک توسط پژوهش‌گران مختلف گزارش شده است (Abdalla Mohammed *et al*., 2019).

تعداد سنبله در مترمربع

نتایج نشان داد که تعداد سنبله در مترمربع تحت تأثیر تیمارهای تنش گرمای پایان فصل، مقادیر و زمان مصرف اسید هیومیک و برهم‌کنش تنش گرمای پایان فصل و مقادیر اسیدهیومیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین تعداد سنبله در مترمربع از تیمار تاریخ کاشت بدون تنش و کاربرد سه لیتر در هکتار اسید هیومیک بدست آمد که نسبت به تیمار تاریخ کاشت ۱۵ بهمن ماه و محلول‌پاشی با آب (شاهد) حدود ۱۸ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). نتایج سایر تحقیقات نشانمی‌دهد، تاریخ کاشت ۱۵ بهمن ماه در مقایسه با تاریخ کاشت بدون تنش، موجب کاهش تعداد سنبله در مترمربع گندم می‌گردد، اما در چنین شرایطی استفاده از اسید هیومیک به میزان سه لیتر در هکتار با افزایش جذب عناصری نظیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس باعث افزایش رشد اندام هوایی و تولید می‌شود، همچنین اسید هیومیک با اثراتش به هورمونی خود، سبب افزایش تعداد سنبله در متر مربع گردید (طرفی و شکوه‌فر، ۱۳۹۸)، هنگامی‌که عناصر غذایی به مقدار کافی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد، به دنبال آن فتوسنتز به خوبی انجام شده و تجمع مواد پرورده در مقاصد گیاه، به میزان کافی صورت خواهد گرفت و این امر سبب

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

افزایش تعداد سنبله در متر مربع می‌شود (محسن‌نیا و جلیلیان، ۱۳۹۱). گزارش شده است که تشکیل ROS[1] ناشی از تنش گرمای انتهای فصل با تولید اتیلن، پراکسیداسیون لیپیدها و در نتیجه سیالیت غشاء مرتبط است. هم‌چنین مطالعات پیشین نشان داده، افزایش اتیلن در گندم، باعث کاهش تعداد سنبله در مترمربع می‌شود. بنابراین می‌توان علت افزایش تعداد سنبله در متر مربع در نتیجه کاربرد اسید هیومیک را با نقش این کود آلی در افزایش فعالیت آنزیم‌های سوپراکسیددیسموتاز، کاتالاز، پراکسیداز و در نتیجه کاهش تجمع ROS و تولید اتیلن مرتبط دانست (Waraich *et al*., 2012). نتایج این پژوهش با نتایج سایر پژوهش‌گران نظیر Balla و همکاران (۲۰۱۹) و Muhammed Alwan (۲۰۱۸) مطابقت داشت. در این پژوهش بیشترین تعداد سنبله در متر مربع از تیمار محلول‌پاشی هیومیک اسید در مرحله ساقه‌دهی حاصل شد که نسبت به تیمار آب‌پاشی در مرحله پنجه‌زنی (شاهد) حدود ۱۱ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). در این پژوهش چنان‌چه محلول‌پاشی اسید هیومیک در مرحله ساقه‌دهی گیاه صورت گیرد، گیاه با پتانسیل بالقوه بالاتری وارد فاززایشی می‌شود و لذا گیاه پتانسیل بالاتری جهت تولید سنبله از خود بروز می‌دهد و این امر سبب افزایش تعداد سنبله در مترمربع بیشتری در گیاه می‌گردد. لذا بوته‌های محلول‌پاشی شده با اسید هیومیک در مرحله ساقه‌دهی به‌طور معنی‌داری تعداد سنبله بارور بیشتری داشتند که علت آن شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ بیشتر در گیاه می‌باشد (سبزواری و خزاعی، ۱۳۸۸). این نتایج با نتایج تحقیقات عطارزاده و همکاران (۱۳۹۳) هم‌خوانی دارد.

تعداد دانه در سنبله

نتایج نشان داد تعداد دانه در سنبله تحت اثر برهم‌کنش تنش گرمای پایان فصل، مقادیر اسید هیومیک و زمان مصرف اسید هیومیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). در بررسی برهم‌کنش تنش گرمای پایان فصل، مقادیر و زمان مصرف اسید هیومیک بیش‌ترین تعداد دانه در سنبله از تیمار تاریخ کاشت بدون تنش و کاربرد سه لیتر در هکتار اسید هیومیک در مرحله ساقه‌دهی حاصل شد که در مقایسه با تیمار تاریخ کاشت ۱۵ بهمن ماه و محلول‌پاشی با آب (شاهد) در مرحله پنجه‌دهی حدود ۳۴ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴). بر اساس نتایج به‌دست آمده در تاریخ کاشت بدون تنش، کاربرد سه لیتر در هکتار اسید هیومیک در مرحله ساقه‌دهی از طریق اثرهای مثبت فیزیولوژیکی از جمله افزایش متابولیسم در درون سلول‌ها و هم‌چنین افزودن مقدار کلروفیل در برگ‌ها سبب ماندگاری بیشتر برگ‌ها می‌شود و در نتیجه باعث افزایش تعداد دانه در سنبله می‌گردد. هم‌چنین در شرایط تاریخ کاشت ۱۵ بهمن ماه کاربرد سه لیتر در هکتار اسید هیومیک در مرحله گرده‌افشانی به علت دوام سطح برگ، افزایش وزن برگ‌ها و کاهش نسبت گلچه‌های عقیم تا حدودی توانست اثرات منفی تنش گرمای پایان فصل را جبران کند و سبب افزایش تعداد دانه در سنبله شود، اما این

[1]- Reactive Oxygen Species

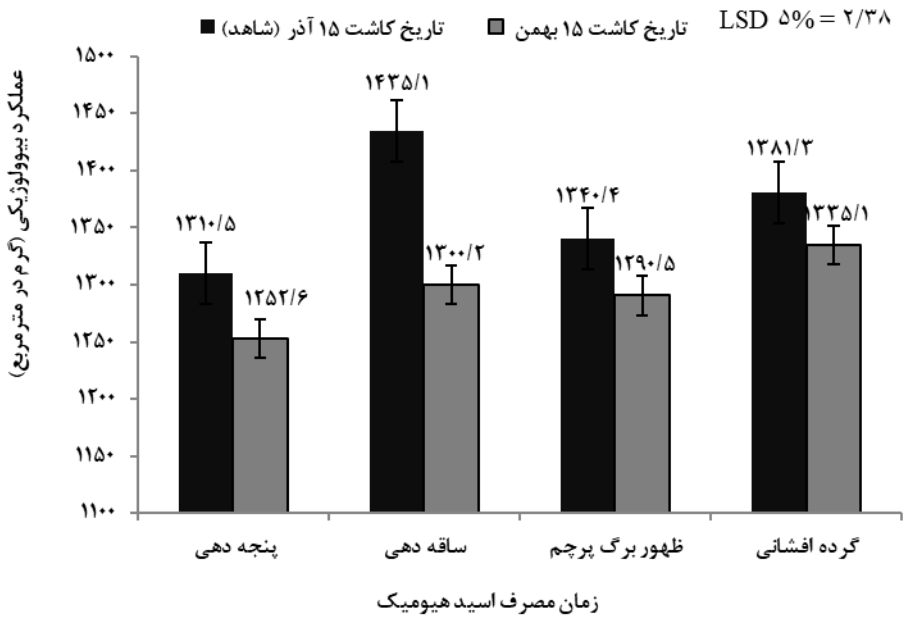
[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

افزایش با افزایش تعداد دانه در سنبله در شرایط تاریخ کاشت مناسب معنی‌دار بود. در این رابطه مدحج و همکاران (۱۳۸۵) گزارش دادند که مرحله آبستنی تا گلدهی، حساس‌ترین مراحل رشد گندم به تنش‌های محیطی بود و هر گونه تنش محیطی در مرحله آبستنی تا گلدهی، تعداد دانه نهایی و دانه در سنبله را به‌عنوان مولفه‌های اصلی عملکرد گندم تحت تأثیر قرار داد. سایر پژوهش‌گران نظیر Mindari و همکاران (۲۰۱۹) نیز به نقش مثبت اسید هومیک در کاهش تنش گرما اشاره نموده‌اند که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

تعداد سنبلچه در سنبله

تجزیه مرکب داده‌های حاصل از دو سال آزمایش نشان داد که اثر ساده تنش گرمای پایان فصل و مقادیر اسید هیومیک و برهم‌کنش مقادیر و زمان مصرف اسید هیومیک بر تعداد سنبلچه در سنبله در سطح احتمال یک درصد معنی-دار هستند (جدول ۲). بیش‌ترین تعداد سنبلچه در سنبله از تاریخ کاشت ۱۵ آذر ماه و کم‌ترین تعداد سنبلچه در سنبله از تاریخ کاشت ۱۵ بهمن ماه حاصل شد (جدول ۳). در این تحقیق می‌توان بیان داشت که به‌دلیل تأخیر در کاشت و کوتاه شدن دوره رشد و سرعت بیش‌تر مراحل رشد گیاه و از جمله مرحله مضاعف شدن رینگ‌ها است که منجربه تعداد کمتر سنبلچه در سنبله می‌شود، زیرا در تیمار دیر کاشتن گیاه دوره سرمای کوتاه‌تری را تجربه می‌کند که منجربه تولید کم‌تر رینگ مضاعف می‌شود. هم‌چنین تاریخ کاشت مناسب، سبب بهینه شدن طول دوره رشد و گسترش اندام‌های رویشی شده و پتانسیل انتقال مواد فتوسنتزی به قسمت‌های ذخیره‌ای از جمله دانه را افزایش می‌دهد که این نتایج با یافته‌های قنبری و همکاران (۱۳۹۱) مطابقت داشت. در این خصوص گزارش‌های Hossain و همکاران (۲۰۱۲) و Modhej و همکاران (۲۰۰۷) مؤید نتایج این تحقیق می‌باشد. نتایج نشان داد در این تحقیق بیش‌ترین تعداد سنبلچه در سنبله از تیمار مصرف سه لیتر در هکتار اسید هیومیک در مرحله ساقه‌دهی حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد در مرحله پنجه‌دهی ۳۴/۵ درصد افزایش یافت (جدول ۶). در این پژوهش به نظر می‌رسد محلول‌پاشی اسید هیومیک به میزان سه لیتر در هکتار در مرحله ساقه‌دهی گندم به علت دوام سطح برگ بالا، برگ‌های انبوه‌تر و شاداب‌تر و رنگ سبز تیره‌تری که داشتند به فعالیت فتوسنتزی بالاتری منتهی شد. اسید هیومیک، تعداد سنبلچه بیشتری را در گیاه تولید می‌کند که دلیل آن القای پنجه‌زنی بیشتر و ایجاد سنبله‌های بارور بیشتر در گیاه می‌باشد (سبزواری و خزاعی، ۱۳۸۸). هم‌چنین اسیدهیومیک با افزایش مواد فتوسنتزی در گندم باعث افزایش تأمین مواد فتوسنتزی مورد نیاز به سنبله شده و نهایتا تولید سنبلچه را به همراه داشت (Akhtar *et al*., 2014). نتایج تحقیقات عطارزاده و همکاران (۱۳۹۱) حاکی از آن است که تعداد سنبلچه در سنبله به-عنوان یکی از اجزای عملکرد حائز اهمیت است و تعداد سنبلچه در سنبله با کاربرد اسید هیومیک افزایش معنی‌داری یافت که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]



شکل ۱: مقایسه میانگین برهم‌کنش تنش گرمای پایان فصل و زمان مصرف اسید هیومیک بر عملکرد بیولوژیکی

میانگین تیمارهایی که اختلاف‌شان از عدد LSD کمتر است اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

وزن هزار دانه

تجزیه مرکب داده‌های حاصل از دو سال آزمایش نشان داد که اثر تیمارهای تنش گرمای پایان فصل، مقادیر اسیدهیومیک و برهم‌کنش تنش گرمای پایان فصل و مقادیر اسید هیومیک و مقادیر و زمان مصرف اسیدهیومیک بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین وزن هزار دانه از تاریخ کاشت بدون تنش و سه لیتر در هکتار اسید هیومیک و کمترین وزن هزار دانه از تاریخ کاشت ۱۵ بهمن ماه و محلول‌پاشی با آب به‌دست آمد (جدول ۵). در این تحقیق می‌توان بیان داشت در تاریخ کاشت بدون تنش افزایش وزن هزار دانه با کاربرد اسید هیومیک به‌علت افزایش تعداد سلول‌های آندوسپرم و آمیلوپلاست و مواد فتوسنتزی است، که در اینجا احتمالاً به‌علت اثر هورمون‌های رشد بر تقسیم سلولی، وزن دانه افزایش یافته است (Zhou *et al*., 2019). از طرفی در تاریخ کاشت دیرهنگام کاربرد مقادیر بالای اسید هیومیک با افزایش شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ و هم‌چنین با تأثیر بر انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی از برگ‌ها به دانه‌ها، توانست تا حدودی از اثرات منفی تنش گرمای پایان فصل بر وزن هزار دانه بکاهد (زاهدیان و همکاران، ۱۳۹۵). نتایج سایر پژوهش‌گران مانند Akter و Rafiqul Islam (۲۰۱۷) و برکتی و همکاران (۱۳۹۸) مؤید نتایج این تحقیق بود. نتایج نشان داد در این تحقیق بیشترین وزن هزار دانه از تیمار مصرف سه لیتر در هکتار اسید هیومیک در مرحله ساقه‌دهی حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد در مرحله پنجه‌دهی ۱۹/۵ درصد افزایش یافت (جدول ۶). در این پژوهش به‌نظر می‌رسد محلول‌پاشی اسید هیومیک به میزان سه لیتر در هکتار در مرحله ساقه‌دهی و گرده‌افشانی گندم با توسعه اندام

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

فتوسنتز کننده (افزایش عملکرد بیولوژیکی) منجربه افزایش تولید و ذخیره مواد پرورده شده در نتیجه با افزایش فتوسنتز جاری و حجم مواد در انتقال مجدد، موجب حصول دانه‌هایی با اندوخته آندوسپرمی بالاتر شده است (شهبازی و همکاران، ۱۳۹۴). در این رابطه سبزواری و خزاعی (۱۳۸۸) گزارش کردند که اثر محلول‌پاشی اسید هیومیک در طی دوره رشد بر وزن هزار دانه گندم اثر معنی‌داری داشت. بیشترین اثر اسید هیومیک بر وزن هزار دانه گندم از محلول‌پاشی در مرحله گرده‌افشانی و با غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک به‌دست آمد. این نتایج با نتایج پروازی‌شندی و همکاران (۱۳۹۲) و Abdalla Mohammed و همکاران (۲۰۱۹) مطابقت دارد.

جدول۴: مقایسه میانگین برهم‌کنش سه‌گانه تنش گرمای پایان فصل، مقادیر و زمان محلول‌پاشی اسید هیومیک بر صفات گندم

تنش گرمای پایان فصل	مقادیر اسیدهیومیک	زمان محلول‌پاشی اسید هیومیک	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)	تعداد دانه در سنبله
تاریخ کاشت ۱۵ آذر ماه(شاهد)	عدم مصرف (شاهد)	پنجه‌دهی	۴۴۳/۲	۲۹
		ساقه‌دهی	۴۶۰/۰۵	۳۰/۸
		ظهور برگ پرچم	۴۴۶/۳	۲۹/۳
		گرده افشانی	۴۵۱/۱	۳۰
	یک لیتر در هکتار	پنجه‌دهی	۴۵۰/۲۳	۲۹/۶
		ساقه‌دهی	۴۷۰/۰۵	۳۱/۴
		ظهور برگ پرچم	۴۵۶/۳	۳۰
		گرده افشانی	۴۶۱/۱۱	۳۰/۴
	دو لیتر در هکتار	پنجه‌دهی	۴۵۳/۰۶	۳۱
		ساقه‌دهی	۴۸۱/۳	۳۲/۴
		ظهور برگ پرچم	۴۶۹/۱۱	۳۱/۲
		گرده افشانی	۴۷۸/۲	۳۱/۶
	سه لیتر در هکتار	پنجه‌دهی	۴۷۰/۰۱	۳۱/۲
		ساقه‌دهی	۴۹۸/۴	۳۴/۴۱
		ظهور برگ پرچم	۴۸۶/۰۲	۳۱/۹
		گرده افشانی	۴۹۱/۳	۳۲/۴
تاریخ کاشت ۱۵ بهمن ماه (دیرهنگام)	عدم مصرف (شاهد)	پنجه‌دهی	۳۴۶/۲۱	۲۳
		ساقه‌دهی	۳۵۷/۰۴	۲۴/۱
		ظهور برگ پرچم	۳۵۰/۱	۲۳/۷
		گرده افشانی	۳۶۳/۲۲	۲۴/۷
	یک لیتر در هکتار	پنجه‌دهی	۳۵۹/۳۲	۲۴/۶
		ساقه‌دهی	۳۶۷/۰۵	۲۵/۳
		ظهور برگ پرچم	۳۶۱/۴۱	۲۵
		گرده افشانی	۳۷۴/۵۵	۲۶/۴
	دو لیتر در هکتار	پنجه‌دهی	۳۶۵/۳۸	۲۵/۷
		ساقه‌دهی	۳۸۱/۰۱	۲۷
		ظهور برگ پرچم	۳۷۴/۰۸	۲۶
		گرده افشانی	۳۹۰/۱۱	۲۸
	سه لیتر در هکتار	پنجه‌دهی	۳۸۴/۰۴	۲۶/۲
		ساقه‌دهی	۴۱۳/۳	۲۷/۶
		ظهور برگ پرچم	۳۹۲/۶۳	۲۶/۴
		گرده افشانی	۴۱۲/۱۱	۲۹/۷
LSD٪۵	-	-	۱۳/۸۴	۰/۰۲

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

جدول ۵: مقایسه میانگین برهم‌کنش تنش گرمای پایان فصل و مقادیر اسید هیومیک بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد

تنش گرمای پایان فصل	مقادیر اسید هیومیک	تعداد سنبله در مترمربع	وزن هزار دانه (گرم)
تاریخ کاشت ۱۵ آذر ماه (شاهد)	عدم مصرف (شاهد)	۴۰۰/۹	۳۴/۸
	یک لیتر در هکتار	۴۳۰/۷۱	۳۵/۵
	دو لیتر در هکتار	۴۵۱/۸	۳۷/۸
	سه لیتر در هکتار	۴۷۴/۳۵	۳۹/۹
تاریخ کاشت ۱۵ بهمن ماه (دیرهنگام)	عدم مصرف (شاهد)	۳۹۱/۷۲	۳۰
	یک لیتر در هکتار	۳۹۸/۸	۳۱/۴
	دو لیتر در هکتار	۴۱۵/۶	۳۱/۰۱
	سه لیتر در هکتار	۴۳۷/۹	۳۲/۰
٪۵LSD		۱/۶۵	۰/۱۵

میانگین تیمارهایی که اختلاف‌شان از عدد LSD کمتر است اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

جدول ۶: مقایسه میانگین برهم‌کنش مقادیر و زمان مصرف اسیدهیومیک بر تعداد سنبلچه در سنبله و وزن هزار دانه

تنش گرمای پایان فصل	مقادیر اسیدهیومیک	تعداد سنبلچه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)
عدم مصرف (شاهد)	پنجه‌زنی	۱۴/۲	۳۱
	ساقه‌دهی	۱۶/۱	۳۴/۱
	ظهور برگ پرچم	۱۴/۸	۳۲/۴
	گرده‌افشانی	۱۵/۰۲	۳۳/۰۵
یک لیتر در هکتار	پنجه‌زنی	۱۴/۳	۳۲/۱
	ساقه‌دهی	۱۷/۲۱	۳۵/۰۳
	ظهور برگ پرچم	۱۵	۳۳/۲۵
	گرده‌افشانی	۱۵/۴۱	۳۴/۴
دو لیتر در هکتار	پنجه‌زنی	۱۵/۴	۳۲/۸
	ساقه‌دهی	۱۹/۸	۳۶/۹
	ظهور برگ پرچم	۱۶/۱	۳۲/۴۱
	گرده‌افشانی	۱۷/۴۱	۳۴/۷۵
سه لیتر در هکتار	پنجه‌زنی	۱۸	۳۳/۶
	ساقه‌دهی	۲۱/۷	۳۸/۵۱
	ظهور برگ پرچم	۱۸/۴	۳۴/۲۱
	گرده‌افشانی	۱۹/۶۱	۳۶/۴۱
٪۵LSD		۰/۰۳	۰/۰۹

میانگین تیمارهایی که اختلاف‌شان از عدد LSD کمتر است اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد تاریخ کاشت دیر هنگام از طریق هم‌زمانی مراحل پس از گرده‌افشانی با تنش گرمای پایان فصل موجب کاهش عملکرد دانه شد. کاهش عملکرد دانه در این تیمار به دلیل کاهش تعداد و وزن هزار دانه بود. مصرف اسید هیومیک از طریق افزایش تعداد سنبلچه در سنبله، دانه سنبله و وزن هزار دانه باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه شد. بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد دانه در تیمار سه لیتر در هکتار اسید هیومیک اختصاص داشت. اسید هیومیک عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت را در مقایسه با شاهد افزایش داد. زمان مصرف اسید هیومیک نیز بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. واکنش عملکرد دانه به برهم‌کنش مقادیر مختلف و زمان مصرف در تاریخ کاشت گندم معنی‌دار

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

ارزیابی شد به‌طوری که در هر دو تاریخ کاشت مطلوب و دیر هنگام بیشترین عملکرد دانه به مصرف سه لیتر هیومیک اسید در مرحله ساقه رفتن اختصاص یافت. صفات تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه واکنش مشابهی به تیمارهای مذکور نشان دادند. نتایج هم‌چنین نشان داد که با مصرف سه لیتر اسید هیومیک در تاریخ کاشت دیر هنگام و تنش گرمای پایان فصل، عملکرد دانه در مقایسه با تیمار شاهد بدون هیومیک در تاریخ کاشت مطلوب بیشتر بود. بنابراین به طور کلی به نظر می‌رسد، در تاریخ کاشت مطلوب و هم‌چنین کاشت دیر هنگام با شرایط تنش گرمای پایان فصل مصرف این ترکیب آلی منجر به افزایش عملکرد و جبران خسارت‌های ناشی از تنش خواهد شد. در پایان، مصرف هیومیک اسید در شرایط محیطی با گرمای پس از گرده‌افشانی توصیه شد اگرچه تحقیقات بیشتر با هدف بررسی اثر فیزیولوژیکی هیومیک بر گندم در شرایط گرما مورد نیاز می‌باشد.

منابع

برجیان‌بروجنی، ع.ر.، سیادت، س.ع.، بخشنده، ع. م.، عالمی‌سعید، خ. و جلال‌کمالی، م.ر. ۱۳۹۹. ارزیابی مزرعه‌ای تنش کوتاه مدت گرم در قبل و بعد از گلدهی بر خصوصیات فیزیولوژیک گندم نان بهاره در شرایط آب و هوایی اهواز. تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۱۳(۲): ۶۵۱-۶۳۷.

برکتی، ف.، مجیدی هروان، ا.، شیرانی‌راد، ا.ح. و نورمحمدی، ق. ۱۳۹۸. پاسخ‌های فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های کلزا به کاشت تأخیری و محلول‌پاشی هیومیک اسید. نشریه علمی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۱ (۴۴): ۷۶-۵۹.

پروازی‌شندی، س.، پازکی، ع. ر.، اصغرزاده، ا. و آزادی، ا. ۱۳۹۲. اثر دورآبیاری، باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم رقم کویر. فصلنامه دانش نوین کشاورزی پایدار. ۹ (۳): ۲۴-۱۱.

زاهدیان، م.، علوی فاضل،م. و آینه، ع، ل. ۱۳۹۵. اثر تاریخ‌های کاشت بر عملکرد ارقام گندم نان در شرایط آب و هوایی اهواز. دومین همایش ملی پدافند غیرعامل در بخش‌های کشاورزی، منابع طبیعی و محیط‌زیست با رویکرد توسعه پایدار، تهران، موسسه آموزش عالی مهر اروند، مرکز راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار.

سبزواری، س. و خزاعی، ح. ر. ۱۳۸۸. اثر محلول‌پاشی سطوح مختلف اسیدهیومیک بر خصوصیات رشدی، عملکرد و اجزای عملکرد گندم (Triticum aestivum L.) رقم پیشتاز. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. ۱(۲): ۶۳-۵۳.

سدیدی، ا. ر.، جامی معینی، م. و حکم آبادی، م.ر. ۱۳۹۵. اثر محلول‌پاشی اسید هیومیک و نانو کود آهن بر عملکرد و اجزاء عملکرد گندم رقم چمران. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی سبزوار. دانشکده کشاورزی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

و دامپزشکی. ۱۲۰ صفحه.

شهبازی، ش.، فاتح، ا. و آئینه‌بند، ا. ۱۳۹۴. مطالعه اثر کاربرد هیومیک اسید و ورمی‌کمپوست بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گندم نواحی گرمسیری. تولیدات گیاهی. ۳۸ (۲): ۱۱۰-۹۹.

طرفی، ف. و شکوه فر، ع. ر. ۱۳۹۸. تأثیر هیومیک اسید بر عملکرد، اجزای عملکرد و خصوصیات فیزیولوژیک گندم در شرایط کم آبیاری. فصلنامه علوم به‌زراعی گیاهی. ۹ (۲): ۱۳۱-۱۲۱.

عطارزاده، ش.، مجدم، م. و ساکی نژاد، ط. ۱۳۹۱. بررسی کاربرد اسیدهیومیک و مقادیر مختلف نیتروژن بر میزان انتقال مجدد، مؤلفه‌های تولید و عملکرد گندم استار در شرایط آب و هوایی شهرستان ویس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۰۴ صفحه.

عطارزاده، ش.، مجدم، م. و هنیری حقیقی، ر.۱۳۹۳. ارزیابی اثرات متقابل کاربرد اسید هیومیک و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر مؤلفه‌های تولید و عملکرد گندم استار. دومین همایش ملی پژوهش‌های کاربردی در علوم کشاورزی، تهران، دانشگاه جامع علمی کاربردی، دانشگاه تهران، ۹ صفحه.

کوچکی، ع.، و سرمدنیا غ. ح. ۱۳۸۷. فیزیولوژیکی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۶۷ صفحه.

لطفی‌آقا، م.، مرعشی، س.ک. و بابائی‌نژاد، ت. ۱۳۹۶. اثر مقادیر پلیمر سوپر جاذب و کم آبیاری بر عملکرد و برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی ذرت دانه‌ای (Zea mays L.). نشریه علمی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۹ (۳۴): ۱۰۹-۹۷.

قربانی، ص.، خزاعی، ح.، کافی، م.، بنایان اول، م. وصادقی شعاع، م. ۱۳۹۲. اثر محلول‌پاشی سطوح مختلف هیومیک اسید بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های رشدی ذرت. پژوهش‌های به‌زراعی. ۵ (۴): ۳۳۷-۳۲۵.

قنبری، ا.، روشنی، ح. و توسلی، ا. ۱۳۹۱. اثر تاریخ کاشت بر برخی خصوصیات زراعی و عملکرد دانه ارقام گندم زمستانه. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۲۲ (۲): ۱۴۴-۱۲۷.

محسن‌نیا، ا. و جلیلیان، ج. ۱۳۹۱. اثر تنش خشکی و منابع کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ. بوم‌شناسی کشاورزی. ۴ (۳): ۲۴۵-۲۳۵.

مدحج، ع.، نادری، ا.، سیادت، ع. و بنی‌سعیدی، ع. ۱۳۸۵. ارزیابی تغییرات عملکرد و اجزاء عملکرد دانه ارقام گندم و جو در شرایط تنش گرمای انتهای فصل. خلاصه مقالات نهمین کنگره زراعت و اصلاح نبات ایران. پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران. ۴۰۲ صفحه.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

مدحج، ع.، نادری، ا.، امام، ی.، آینه‌بند، ا.، نورمحمدی، ق. و کیوان، ا. ۱۳۹۰. ارزیابی اثر تنش گرمای پایان فصل و سطوح نیتروژن بر عملکرد و روند رشد دانه ژنوتیپ‌های گندم در شرایط محیطی خوزستان. نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی). ۲۴ (۳): ۱۷-۹.

Abdalla Mohammed, A., Osman Elzubeir, A., Elbedawi Hamad, M. and Ibrahim Elhagwa, A. 2019. Effect of irrigation canal sediments, humate fertilizer and irrigation interval on wheat performance in desert soils. Athens Journal of Sciences. 6(2): 141-154.

Akhtar, S. S., Andersen, M. N. and Liu, F. 2014. Biochar enhances yield andquality of tomato under reduced irrigation. AgricultureWater Management. 138: 37-44.

Akter, N. and Rafiqul Islam, M. 2017. Heat stress effects and management in wheat. A review. Agronomy for Sustainable Development. 37(5): 30-37.

Antoun, L., Sahar, W., Zakaria, M. and Rafla, H. 2010. Influence of compost Nmineral and humic acid on yild and chemical composition of wheat plant. Jornal Soil Science and Agriculture. l (11): 1131-1143.

Anwar, Sh., Iqbal, F., Khattak, W.A., Islam, M., Iqbal, B. and Khan, Sh. 2016. response of wheat crop to humic acid and nitrogen levels.EC Agriculture. 3(1): 558-565.

Arjumend, T., Abbasi, K. and Rafique, E. 2015. Effect of lignite-derived humic acid on some selected soil properties, growth and nutrient uptake of wheat grown under greenhouse conditions. Pakistan Journal Botany. 47(6): 2231-2238.

Astaraei, A.R. and Ivani, R. 2008. Effect of organic sources as foliar spray and nutrition of cowpea plant. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences. 3:352–356.

Ayas, H. and Gulser, F. 2005. The effect of sulfur and humic acid on yieldcomponents and macronutrient contents of spinach. Journal of BiologicalSciences. 5 (6): 801-804.

Balla, K., Karsai, I., Bonis, P., Kiss, T. Berki, Z. 2019. Heat stress responses in a large set of winter wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) depend on the timing and duration of stress. PLOS ONE 14(9): e0222639.

Dincsoy, M. and Sonmez, F. 2019. The effect of potassium and humic acid applications on yield and nutrient contents of wheat (Triticum aestivum L. var. Delfii) with same soil properties. Journal of Plant Nutrition. 42 (20): 2757- 2772.

Hossain, A., Teixeirada Silva, J.A., Lozovskaya, M.V., Zvolinsky, VP. and Mukhortov, VI. 2012. High temperature combined with drought affect rainfed spring wheat and barley in south-eastern Russia: Yield, relative performance and heat susceptibility index. Journal of Plant Breeding and Crop Science. 4(11): 184-196.

Hutsch, B.W., Jahn, D. and Schubert, S. 2019. Grain yield of wheat (Triticum aestivum L.) under long-term heat stress is sink-limited with stronger inhibition of kernel setting than grain

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

filling. Journal of Agronomy and Crop Science. 205(1): 22-32.

Mahmoodi Zoeek, R., Nasri, M. and Oveysi, M. 2015. Effects of humic acid sprying on yield and nutrients transition toWheat grain in drought stress condition. Agronomic Research in Semi Desert Regions. 12(2): 119-131.

Mindari, W., Edi Sasongko, P., Kusuma, Z. and Aini, N. 2019. Efficiency of various sources and doses of humic acid on physical and chemical properties of saline soil and growth and yield of rice. The 9th international conference on global resource conservation (ICGRC) and AJI from ritsumeikan university AIP conference proceedings 2019, 030001-1–030001-8.

Modhej, A., Naderi, A. and Siadat, S.A. 2007. Effects of heat stress after anthesis on source limitation of wheat and Barley cultivars. Iranian Journal of Agriculture Science. 13(2): 393-403.

Modhej, A., Naderi, A., Emam, Y., Aynehband, A. and Normohamadi, Gh. 2008. Effects of post-anthesis heat stress and nitrogen levels on grain yield in wheat (*T. durum* and *T. aestivum*) genotypes. International Journal Plant Production. 2:257-267.

Moshatati, A., AlamiSaeid, Kh., Siadat, S.A., Bakhshandeh, A.M. and Jalal-Kamali, M.R. 2012. Effect of terminal heat stress on yield and yield components of spring bread wheat cultivars in Ahvaz. International journal of agriculture: Research and Review. 2(6): 844-849.

Muhammed Alwan, H. 2018. Effect of humic acid and potassium on growth and yield of bread wheat (Triticum aestivum L.). University of Thi-Qar Journal of agricultural research. 7(1): 143-155.

Radwan, F. I., Gomaa, M. A., Rehab, I.F., Samera, N. And Adam, I.A. 2015. Impact of humic acid application foliar micronutrients and biofertilization on growth, production and quality of wheat (Triticum aestivum L.). Middle East Journal of Agriculture research. 4(2): 130-140.

Saruhan, V., Kusvuran, A. and Babat, S. 2011. The effect of different humicacid fertilization on yield and yield components performances of common millet (panicum miliaceum L.). Agronomy Journal. 4:130-133.

Schittenhelm, S., Langkamp-Wedde, T., Kraft, M., Kottmann, L. and Matschiner, K. 2020. Effect of two-week heat stress during grain filling on stem reserves, senescence, and grain yield of european winter wheat cultivars. Journal agronomy crop science. 1: 1–12.

Shirinzadeh, A., Heidari Sharif Abad, H., Nourmohammadi, G., Majidi Haravan, E. and Madani, H. 2017. Effect of planting date on growth periods, yield, and yield components of some bread wheatcultivars in Parsabad Moghan. International Journal of Farming and Allied Sciences. 6 (4): 109-119.

Waraich, E.A., Ahmad, R., Halim, A. and Aziz, T. 2012. Alleviation of temperature stress bynutrient management in crop plants: A review.Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 12 (2): 221-244.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

Zhou, L., Monreal, C., Xu, Sh., McLaughlin, N., Zhang, H., Hao, G. and Liu, J. 2019. Effect of bentonite-humic acid application on the improvement of soil structure and maize yield in a sandy soil of a semi-arid region. Geoderma Science Direct. 338: 269-280.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

The effect of time and amounts of humic acid foliar application on wheat (Triticum aestivum L.) yield and yield components in post anthesis heat stress conditions

S. Eskandary[1], A. Modhej[*2], M. Alavi Fazel[3], Sh. Lak[4] and M. Mojaddam[5]

1,3,4 & 5) Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
2) Department of Agronomy, Shoushtar Branch, Islamic Azad University, Shoushtar, Iran.

[*]**Corresponding author: adelmodhej2006@yahoo.com**

This article is taken from a doctoral dissertation.

Received date: 2020.10.17 **Accepted date: 2021.01.16**

Abstract

In order to study the effect of time and amounts of humic acid foliar application on wheat yield and yield components in post anthesis heat stressconditions, This experiment was performed as a split factor in the based on a randomized complete block design in three replicationsduring 2017-18 and 2018-19 in Ahvaz city located in south-west of Iran. The main plot was includedheat stress (planting date) at two levels includes: optimal planting date (mid-December) and end-of-season stress (mid-February) and humic acid levels at four levels including: water spraying (control), 1, 2 and 3 liters per hectare, the time of application of humic acid on four levels including: tillering, stem trunking, flag leaf emergence and factor pollination as sub-factors. Results indicated that the effect of heat stress after anthesis on grain yield and yeild components was significant. Grain yeild reduction under post anthesis heat stress conoditions was 28% aproximately. The highest grain yield (498.89 g.m^{-2}) and the number of seeds per spike (34.4) were obtained from the optimal planting date and the application of 3 liters per hectare of humic acid in the stem stage. Underlate sowing date. the application of 3 liters per hectare of humic acid in the stem elongation and thesis stages show an increase of 12% copmared to control (without humin) treatment. Higer grain yeild in this treatment was due to higher grain number and wieght. In general, based on the results, the application of three liters per hectare of humic acid in the stem elongation stage inbothoptimum and late planting date was recomended.

Key words: Humic acid, Planting date, Biological yield and Wheat.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]